

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

СОКОЛОВСЬКИЙ АНДРІЙ ІВАНОВИЧ

УДК 621.37

**ВИЯВЛЕННЯ РАДІОСИГНАЛІВ ІЗ ЗАВАД ЗА ДОПОМОГОЮ
КРИТЕРІЮ НЕЙМОНА-ПІРСОНА**

8.05090103 «Радіoeлектронні пристрої, системи та комплекси»

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2017

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, в.о.зав.каф. радіотехнічних систем.

Дунець Василь Любомирович

Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент:

Захист відбудеться 25 лютого 2017 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №__ у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 612

Зміст роботи

Актуальність теми

Актуальність теми визначається необхідністю покращення характеристик систем первинної обробки радіолокаційної інформації, що пов'язано з розробкою нових і вдосконаленням відомих алгоритмів виявлення сигналів на тлі завад.

На початку 50-х років минулого століття з'явилися перші роботи по оптимальним методам прийому радіосигналів з використанням апарату математичної статистики, в тому числі, методів перевірки статистичних гіпотез.

В області теорії виявлення сигналів працювали такі науковці: А. Siegert, D. Middleton, С. Helstrom, Г. Ван Тріс, А.Е. Башарін, Б.С. Флейшман, П.А. Бакути, Л.С. Гуткин, Ю.Б. Сіндлер, Ю.Г. Сосулін, М.М. Фішман, А.М. Шлома, Б.Р. Левін, Л.А. Вайн-штейн, Я.Д. Ширман, В.Н. Манжос, В.Г. Рєпін, Н.В. Малютін, Шевирев А.В., А.Р. Ільчук, В.І. Борисов, В.М. Зінчук, К.Ю. Гаврилов, А.В. Дубровін.

Математичними аспектами проблеми займалися багато дослідників, серед яких А. Wald, J. Wolfowitz, L. Weiss, A. Dvoretzky, J. Kiefer, J. Bussgang, T. Anderson, G. Lorden, Б. В. Гнеденко, Ю . К. Беляєв, АН Ширяєв, С. А. Айвазян, І. В. Павлов.

На сьогодні методи статистичної теорії зв'язку проникли в усі сфери діяльності людини, де доводиться мати справу з випадковими явищами і суттєва потреба в обробці даних і знаходженні рішення при наявності невизначеності. Перш за все, це - електроніка, системи зв'язку (наземні і космічні), акустика, метеорологія і сейсмологія.

Тому, обґрунтування вибору одного із декількох критеріїв для перевірки гіпотези ймовірності правильного виявлення радіосигналів із завад за критеріями є актуальною науковою задачею.

Мета і завдання дослідження

Метою даного дослідження є виявлення радіосигналів із завад для систем заснованих на накопиченні корисного сигналу з використанням оптимальних статистичних послідовних критеріїв. Поставлена мета передбачає наступні задачі.

1. Порівняльний аналіз відомих оптимальних статистичних критеріїв для виявлення сигналів на тлі завад.
2. Математичне моделювання оптимальних статистичних процедур для розрізнення сигналу із завад.
3. Створення відповідного програмного забезпечення, призначеного для практичного використання у відомих системах виявлення корисного сигналу.
4. Проведення експериментального дослідження.

Методи дослідження

Для вирішення поставлених завдань використовувалися методи теорії ймовірностей, математичної статистики, обчислювальної математики, математичного програмування, статистичного моделювання.

Наукова новизна магістерської роботи визначається наступним чином:

- розроблені математичні моделі алгоритмів обробки радіолокаційної інформації,
- розроблений метод раціоналізації виявлення сигналу на фоні завади, що дозволяє мінімізувати середню тривалість послідовної процедури при реальних вихідних даних,
- запропонований спосіб усічення процедури послідовного аналізу, заснований на застосуванні меж зон прийняття гіпотез параболічного вигляду, що дозволяє скоротити необхідний обсяг випробувань при гарантії, що величини фактичних ймовірностей помилкової тривоги і пропуску цілі не перевищать допустимого значення,
- розроблено програмне забезпечення, що дозволяє застосовувати отримані результати на практиці.

На захист виносяться наступні наукові результати.

5. Розроблено математичний апарат, що дозволяє використовувати оптимальні послідовні критерії для виявлення сигналу на фоні завади.

6. Встановлено шляхом моделювання, що при перевірці двох простих гіпотез з близькими значеннями параметрів, що відповідають гіпотезам про відсутність і наявність сигналу, найбільш ефективний наближений варіант оптимального узагальненого послідовного критерію (критерій Айвазяна).

7. Встановлено шляхом моделювання, що при малих помилках першого і другого родів найбільш ефективний модифікований подвійний послідовний критерій (критерій Павлова).

8. Встановлено шляхом моделювання, що в разі, коли одна з помилок на порядки більше інший найбільш ефективний подвійний послідовний критерій (критерій Лор Дена).

9. Показано, що шляхом усічення класичної процедури послідовного критерію (критерій Вальда) за рахунок використання кордону зон прийняття гіпотез у вигляді парабол з коефіцієнтами, підбираються методом математичного моделювання, середній обсяг випробувань можна зменшити на 30-50% при забезпеченні заданої достовірності процедури.

Достовірність проведених досліджень і отриманих результатів забезпечується математичним твердженням, даними статистичних випробувань на ЕОМ.

Практична цінність роботи полягає в тому, що запропоновані методи доведені до рівня, що забезпечує можливість їх практичного застосування. Основні результати реалізовані в програмах, які дозволяють за певних законах розподілу сигналу і завади, заданих помилках першого і другого роду, щодо значень параметрів, відповідних перевіряється гіпотезам, зменшити середнє число необхідних для прийняття середньої тривалості процедури виявлення.

Реалізація та впровадження результатів роботи.

Розроблені в магістерській роботі методи оптимального виявлення, впроваджено у лабораторіях на кафедрі радіо техніки, для предметів: Адаптивні системи обробки сигналів та Радіоелектронні системи та комплекси.

Апробація роботи. Окремі результати роботи доповідались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» № 216 згідно плану МОНУ Інформаційне повідомлення 17-18 листопада 2016 року ТЕРНОПІЛЬ, УКРАЇНА: ТНТУ, 2016. – С. 193,194.

У першому розділі - Застосування оптимальних статистичних критеріїв для розрізнення сигналів на тлі завад – проаналізовано завдання виявлення радіосигналів на тлі завад в умовах апріорної невизначеності вирішуються на основі класичної теорії Неймана-Пірсона та послідовного критерію відносини ймовірностей (критерію Вальда).

У другому розділі - Застосування оптимальних статистичних послідовних критеріїв для виявлення сигналу, заданого в формі бінарної дискретизації – розкривається:

1. Розроблено математичний апарат для розв'язання задачі виявлення сигналу, заданого в формі бінарної дискретизації на основі наближеного варіанту оптимального загального критерію (критерію Айвазяна), подвійного послідовного критерію відносини ймовірностей (критерію Лорд), модифікованого подвійного послідовного критерію (критерію Павлова).

2. Досліджено параметри, характерні для застосування оптимальних послідовних процедур в разі біноміального розподілу: відстань між гіпотезами в разі застосування критерію Айвазяна, проміжний параметр для застосування критерію Лорда.

3. Аналітично проведено порівняння деяких властивостей послідовного критерію відношення ймовірностей і приближеного варіанту оптимального узагальненого послідовного критерію. Показано, що відношення мінімальних обсягів вибірок в схемах оптимальних послідовних процедур не залежить від значень параметра, відповідним альтернативним гіпотезам, а визначається тільки заданими ймовірністю пропуску ім-пульсу і помилковою тривоною.

У третьому розділі - Розробка математичного апарату для застосування оптимальних послідовних критеріїв в параметричних випадках – звертається увага на:

Досліджено залежність параметрів, пов'язаних з змінами оптимальних послідовних статистичних критеріїв від параметра форми розподілу Вейбулла: відстань між гіпотезами в застосування критерію Айвазяна, проміжний параметр, необхідний для застосування критерію Лордена. Встановлено, що зі збільшенням параметра форми відстані між гіпотезами зростає.

У четвертому розділі – експериментальне дослідження ефективності оптимальних послідовних процедур

Результати статистичного експерименту показують, що при не дуже малих ризиках найбільш ефективний запропонований в реальній роботі критерій з параболічними межами зон прийняття альтернативних гіпотез.

Публікація результатів роботи. Основні результати досліджень за темою магістерської роботи викладені в 1 друкованих роботах.

Обсяг та структура... Магістерська дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, додатків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить _____, з них _____ сторінок основного тексту. Робота містить ____ рисунки, ____ таблиць, додатки на ____ сторінках, список використаних джерел складається із ____ найменувань.